

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05175612
PUBLICATION DATE : 13-07-93

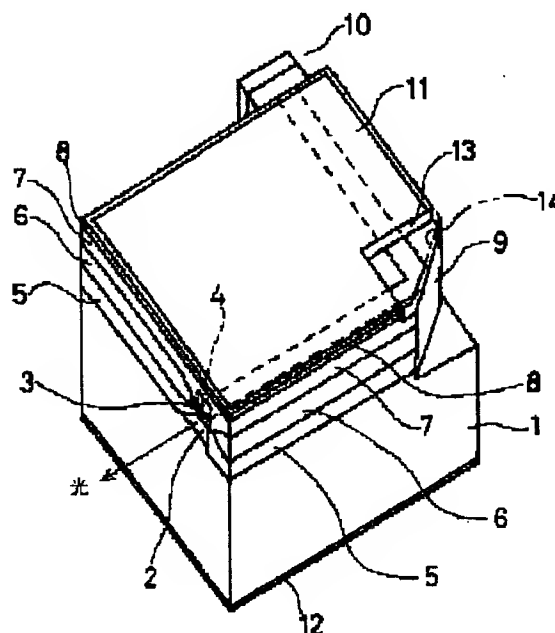
APPLICATION DATE : 25-12-91
APPLICATION NUMBER : 03343500

APPLICANT : FUJITSU LTD;

INVENTOR : OSAKA SHIGEO;

INT.CL. : H01S 3/18 G02B 6/12

TITLE : SEMICONDUCTOR LASER AND
MANUFACTURE THEREOF



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a high output in a low current density without increasing the area of a semiconductor laser and with a leakage in a waveguide mode held back.

CONSTITUTION: An active layer 3 formed on a substrate 1 and constructing a resonator has the shape of a flat surface formed by making the end parts of a plurality of rectilinear stripes intersect each other perpendicularly, and also it is so constructed as to comprise a reflecting mirror 9 which is the lateral surface of the active layer 3 located in the part of the perpendicular intersection of the rectilinear stripes and has an angle of 45° to the directions of extension of the rectilinear stripes.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-175612

(43) 公開日 平成5年(1993)7月13日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/18		9170-4M		
G 0 2 B 6/12	B	7036-2K		
	M	7036-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-343500

(22) 出願日 平成3年(1991)12月25日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 大坂 重雄

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

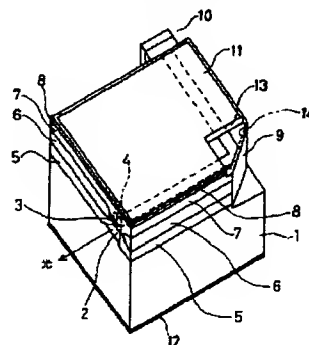
(54) 【発明の名称】 半導体レーザ及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 半導体レーザ及びその製造方法に関し、半導体レーザの面積を増やさずに、かつ導波モードの漏洩を抑えたまま、低電流密度で高出力を得ることを目的とする。

【構成】 基板1上に形成されて共振器を構成する活性層3が、複数の直線状ストライプの端部を直交させた平面形状を有するとともに、前記直線状ストライプの直交部分にある活性層3の側面であって、前記直線状ストライプの延在方向に対して45°の角度を有する反射ミラー9を含み構成する。

本発明の第1実施例を示す装置の斜視図



- | | |
|---------------------|-----------|
| 1: p-InP 基板 | 9: 反射ミラー |
| 2: p-InP クラッド層 | 10: 高屈折率層 |
| 3: InGaAsP 活性層 | 11: n 側電極 |
| 4: n-InP クラッド層 | 12: p 側電極 |
| 5: n-InP 層 | 13: 開口部 |
| 6: p-InP 絶縁被覆層 | 14: 絶縁層 |
| 7: n-InP 層 | |
| 8: n-InGaAsP コンタクト層 | |

【特許請求の範囲】

【請求項1】基板（1）上に形成されて共振器を構成する活性層（3）が、複数の直線状ストライプの端部を直交させた平面形状を有するとともに、前記直線状ストライプの直交部分にある活性層（3）の側部であって、前記直線状ストライプの延在方向に対して45°の角度を有する反射ミラー（9）が形成されていることを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】複数の直線状ストライプを互いに直交させた平面形状を有する活性層（3）を基板（1）上に形成する工程と、

クラッド層（4、7）によって前記活性層（3）を覆う工程と、

前記クラッド層（4、7）の一部をエッチングして開口部を形成し、前記直線状ストライプの直交部分にある前記活性層（3）を露出する工程と、

前記開口部（13）から露出した前記活性層（3）のうち共振器形成領域以外にある部分を露出し、かつ、前記直線状ストライプと45°の角度で傾く縁部のある窓（25）を設けたマスク（24）を形成する工程と、

前記窓（25）から露出した前記活性層（3）をエッチングにより除去して、該エッチングにより前記マスク（24）から露出した前記活性層（3）の側部に反射ミラー（9）を形成する工程と、

前記マスク（24）を除去する工程とを有することを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体レーザ及びその製造方法に関する。近年、光通信は、超高速大容量と更に高度化しつつある。その一つの方式としてファイバ増幅器を用いた無再生中継伝送の開発が進められている。この方式はエルビウムドープされたファイバを光増幅させるための100mW以上の高出力の半導体レーザが要求され、高出力でも寿命の長いレーザ素子が要求されている。

【0002】

【従来の技術】半導体レーザには、例えば図6(a)、(b)に示すような構造のものがあり、直線状に形成されたストライプ状の共振器を有しており、この装置は、次のような構造をしている。

【0003】即ち、p-InP 基板61の上に積層されたp-InP クラッド層62、InGaAsP 活性層63及びn-InP クラッド層64は、平面直線状に、断面メサ状になるようにエッチングされ、そのストライプ状の活性層63が共振器となる。

【0004】また、活性層63の両側の凹部には、膜厚方向にn-InP 層65、p-InP 層66が埋め込まれ、さらに、そのp-InP 層66とn-InP クラッド層64の上には、n-InP 層67、n-InGaAsP コンタクト層68及びn側

電極69が順に形成され、p-InP 基板61の下面にはp側電極70が取付けられている。

【0005】ところで、この半導体レーザの共振器長を300μmとすると、10mW程度の光出力を得るためには電流密度10kA/cm²の注入電流で動作可能であるが、100mWの高出力とするためには電流密度を160kA/cm²と大きくする必要があり、これでは装置の寿命が極めて短くなり、安定な動作が得られない。

【0006】電流密度を少なくして、高出力を得るためには、直線状の共振器の長さを、例えば2～3倍の600～900μm程度の延長すればよい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、半導体レーザの長さを長くすればするほど面積が増え、結晶の不均一性や組み立て時の歪みが生じ易くなり、この結果、導波路としての揺らぎ、損失及び欠陥が生じ易くなるといった問題が発生し、安定動作が得られなくなるといった問題がある。

【0008】これに対して、特開昭63-14487号公報に見られるように、半導体レーザの活性層を円状に湾曲させて共振器長を長くすることも考えられるが、これによれば図6(c)に示すように活性層の側面が結晶面に沿って形成されず、平滑にならない部分が生じるので、導波モードの漏洩が生じるといった別な問題が生じる。

【0009】本発明はこのような問題に鑑みてなされたものであって、半導体レーザの面積を増やさずに、かつ導波モードの漏洩を抑えたまま、低電流密度で高出力を得ることができる半導体装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、図1、2に例示するように、基板1上に形成されて共振器を構成する活性層3が、複数の直線状ストライプの端部を直交させた平面形状を有するとともに、前記直線状ストライプの直交部分にある活性層3の側部であって、前記直線状ストライプの延在方向に対して45°の角度を有する反射ミラー9が形成されていることを特徴とする半導体レーザによって達成する。

【0011】または、図3、4に例示するように、複数の直線状ストライプを互いに直交させた平面形状を有する活性層3を基板1上に形成する工程と、クラッド層4、7によって前記活性層3を覆う工程と、前記クラッド層4、7の一部をエッチングして開口部13を形成し、前記直線状ストライプの直交部分にある前記活性層3を露出する工程と、前記開口部13から露出した前記活性層3のうち共振器形成領域以外にある部分を露出し、かつ、前記直線状ストライプと45°の角度で傾く縁部のある窓25を設けたマスク24を形成する工程と、前記窓25から露出した前記活性層3をエッチングにより除去し

て、該エッチングにより前記マスク24から露出した前記活性層3の側部に反射ミラー9を形成する工程と、前記マスク24を除去する工程とを有することを特徴とする半導体レーザの製造方法により達成する。

【0012】

【作 用】本発明によれば、直線状のストライプの端部を交差させた平面形状の活性層3を形成するとともに、その交差領域の活性層3に角度45°の反射ミラー9を形成している。

【0013】このため、単一の直線状ストライプ形状の活性層3を形成する場合と同じ大きさの基板であっても、活性層3の長さは反射ミラー9を介して長くなり、基板面積を増大せずに出力が大きくなる。しかも、面積の増加にともなう結晶の不均一性からくる導波路の揺らぎ、欠陥及び組み立て時の熱による歪みが緩和される。

【0014】また、活性層3の側面は直線状になっているので、劈開面を利用してその側面を平滑に形成することができ、光の漏洩の増加がなくなる。さらに、反射ミラー9を形成する工程において、活性層3を露出する開口部13を形成したので、反射ミラー9の位置合わせ精度が高くなる。

【0015】

【実施例】そこで、以下に本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

(a) 本発明の第1実施例の説明

図1は、本発明の第1実施例を示す装置の斜視図、図2は、本発明の第1実施例を示す装置の上面図、側面図及びA-A線断面図である。

【0016】図において符号1は、4つの側面が結晶面に沿って劈開され、かつ、上面の大きさが例えば300×300μm²程度の矩形形状をしたn-InP基板で、その上面にはp-InPクラッド層2、InGaAsP活性層3及びn-InPクラッド層4が順に積層されている。

【0017】また、InP基板1の上部からn-InPクラッド層4までは、エッチングにより幅1μm程度の断面メサ状に形成され、その平面形状は、InP基板1で隣接する2つの側面に近づいてそれらの辺に平行な直線状ストライプを直行させたL字状となっており、そのL字状の活性層3の側面は劈開面となっている。

【0018】さらに、活性層3の両側方にある凹部には、膜厚方向にn-InP層5とp-InP電流狭窄層6が積層され、この電流狭窄層6とn-InPクラッド層4の上にはn-InP層7及びn-InGaAsPコンタクト層8が堆積されている。

【0019】9は、L字状の活性層3の曲部とその周囲にある各層を垂直にエッチングして形成された反射ミラーで、活性層3の中心線(図2(a)中の一点鎖線)の曲部に接する位置であって、その両側のInP基板1の2つの側面に対して45°傾けて設けられており、その反射ミラー9を中間に置いた活性層3によって共振器が構成

されている。

【0020】なお、図中符号10は、活性層3の一端に形成されたSiO₂、Si等の誘電体多層構造や金等の金属よりなる高反射膜、11は、コンタクト層8の上に形成されたNi・Ptよりなるn側電極、12は、InP基板1の下に形成されたAu7n・Auよりなるp側電極、13は、活性層3の曲部の上に形成された開口部、14は、活性層3よりも低屈折率の材料より形成されて開口部14を充填する被覆層を示している。

【0021】次に、この実施例の動作について説明する。上述した実施例において、2つの電極11、12間に電流を流して活性層3を発光させると、反射ミラー9を中間にして活性層3内でレーザ発振状態となり、高反射膜10のない活性層3の端面から光が出力される。

【0022】この場合の共振器は平面L字状に形成されているために、InP基板1の平面形状を300×300μm²の正方形とすれば、長さ300μmの活性層を直線状に形成した従来の装置(図6)に比べて同一基板上に2倍程度の長さの共振器を形成することが可能になり、同一電流密度でも2倍程度の出力が得られる。

【0023】従って、出力を増加させても、その寿命は、共振器を300μmの直線とする場合と同等であり、それよりも低下することはない。また、面積を増加させていないので、結晶の不均一性や組み立て時の歪みが増えることはなく、この結果、導波路としての揺らぎ、損失及び欠陥が少なくなり、安定に動作する。

【0024】さらに、活性層3の側面は劈開面に沿って円滑になっているので、その側面からの漏洩が抑制される。次に、上記した装置の製造工程を図3、4に基づいて簡単に説明する。なお、それらの図の(a)~(g)の上側に平面図を表し、下側にはそのA-A線、B-B線の断面を描いている。

【0025】第3(a)において、数インチのp-InP基板1上にp-InPクラッド層2、InGaAsP活性層3、n-InPクラッド層4を順にエピタキシャル成長し、メサエッチングを行ってストライプを形成する。

【0026】この場合のストライプを平面から見たパターンは、矩形のチップ領域Cの隣接する2辺寄りであり、それらの辺に平行な十字形状であり、基板全体から見れば格子状になっている。

【0027】なお、メサエッチングの際のマスクの材料としては、例えばSiO₂を用い、エッチング液は臭素系のものを使用する。次に、断面メサ形の活性層3の周囲の凹部に、n-InP層5、p-InP電流狭窄層6を結晶成長した後に、全体にn-InP層7、n-InGaAsPコンタクト層8を順に結晶成長する(図3(b))。この場合、電流狭窄層を形成するまで、活性層の上をSiO₂マスクで覆ってこの上の結晶成長を防止する。

【0028】この後に、フォトリソスト21を塗布してこれを露光、現像し、十字の交差部分とチップ領域Cの

角を含む領域を露出させる窓22を形成する(図3(c))。そして、窓22を通して例えば硫酸、過酸化水素及び水の混合液によりコンタクト層8をエッチングした後、これに続けて臭化水素酸により活性層3のストライプが見えるまでエッチングして開口部13を形成する。活性層3は、InGaAsP結晶より形成されているので、そのエッチングを過剰にした場合にも消失することはない。

【0029】このように形成した開口部13を通してストライプの交差部分が明瞭に見える(図3(d))。次に、再びフォトリソスト24を塗布し、これを露光、現像して三角形の平面形状を有する窓25を形成する。この窓25は、活性層3の十字状ストライプの交差領域の中点を通り、かつそのストライプの側部から45°傾いた辺を有し、その窓25を通して開口部13から露出したチップ領域Cの角に至る頂点を有している(図4(e))。

【0030】そして、フォトリソスト24をマスクにして反応性プラズマエッチング方法でエッチングし、フォトリソスト24の窓25から少なくとも活性層3を消失させると(図4(f))、その活性層3の平面形状はL字状になり、エッチングされた側面が反射ミラー9となる。なお、開口部13がなければ、ストライプ位置が不明瞭となり、反射ミラー9の位置を正確に合わせることができない。

【0031】この後、InGaAsPよりも低屈折率のInPを結晶成長し、これにより活性層3の上面を覆う被覆膜14を形成してレーザ光の損失領域を発生させないようにする(図4(g))。

【0032】さらに、AuZn-Auによってp側電極12を、Ni-Ptによってn側電極11を形成する。その後、数インチのInP基板1を劈開面に沿ってクラッキングして矩形状にチップ化する。最後に高反射膜、例えばSiO₂/Au膜を活性層3の一方の端面に付着すれば、図1、2に示す構造にする。

【0033】なお、活性層3のL字状パターンの曲部を覆う材料としては、InPの他に、a-Si、TiO₂、ポリイミド等、活性層3の屈折率より低い物質であればよい。また、反射ミラー9は露出した状態でもよいが、ここをSiO₂/SiやAu等の反射膜で覆ってもよい。

【0034】(b) 本発明の他の実施例の説明
上記した実施例では、活性層を平面L字状に形成した装置について説明したが、図5(a)に示すように、活性層3aを矩形状半導体基板1の側面に沿ったU字ストライプ形状にしてもよいし、同図(b)に示すように、ロ字状ストライプ形状の活性層3bとしてもよい。

【0035】ただし、活性層3a、3bの各ストライプパターンの曲部には前記実施例と同様に、基板の側面から45°傾斜した反射ミラー9a、9bを設ける必要がある。

【0036】なお、図中符号13a、13bは、反射ミ

ラー9a、9bを形成する際の位置合わせ用の開口部、14a、14bは、開口部13a、13bから露出する活性層3a、3bを覆う被覆層を示している。

【0037】これらの構造を採れば、同一基板面に形成される共振器の長さを長くして、光出力を大きくすることができる。

【0038】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、直線状のストライプの端部を交差させた平面形状の活性層を形成するとともに、その交差領域の活性層に角度45°の反射ミラーを形成したので、単一の直線状ストライプ形状の活性層を形成する場合と同じ大きさの基板であっても、活性層の長さを長くでき、基板面積を増大せずに出力を大きくできる。しかも、面積の増加にともなう結晶の不均一性からくる導波路の揺らぎ、欠陥及び組み立て時の熱による歪みを抑制できる。

【0039】また、活性層の側面は直線状になっているので、劈開面を利用してその側面を平滑に形成することができ、光の漏洩の増加を抑えることができる。さらに、反射ミラーを形成する工程において、活性層を露出する開口部を形成したので、反射ミラーの位置合わせ精度を高くできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す装置の斜視図である。

【図2】本発明の第1実施例を示す装置の平面図、側面図及び断面図である。

【図3】本発明の第1実施例装置の製造工程を示す平面図及び断面図(その1)である。

【図4】本発明の第1実施例装置の製造工程を示す平面図及び断面図(その2)である。

【図5】本発明の他の実施例を示す平面図である。

【図6】従来例を示す平面図、正面図及び部分拡大平面図である。

【符号の説明】

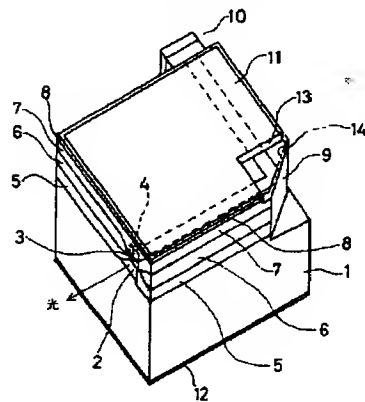
- 1 p-InP 基板
- 2 p-InP クラッド層
- 3 InGaAsP 活性層
- 4 n-InP クラッド層
- 5 n-InP 層
- 6 p-InP 電流狭窄層
- 7 n-InP 層
- 8 n-InGaAsP コンタクト層
- 9 反射ミラー
- 10 高反射膜
- 11 n側電極
- 12 p側電極
- 13 開口部
- 14 被覆層

(5)

特開平5-175612

【図1】

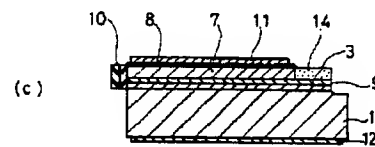
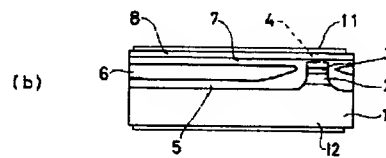
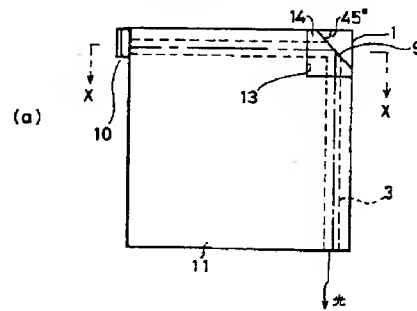
本発明の第1実施例を示す装置の斜視図



- | | |
|---------------------|----------|
| 1: p-InP 基板 | 9: 反射ミラー |
| 2: p-InP クラッド層 | 10: 高反射膜 |
| 3: InGaAsP 活性層 | 11: n 電極 |
| 4: n-InP クラッド層 | 12: p 電極 |
| 5: n-InP 層 | 13: 開口部 |
| 6: p-InP 電流制御層 | 14: 被覆層 |
| 7: n-InP 層 | |
| 8: n-InGaAsP コンタクト層 | |

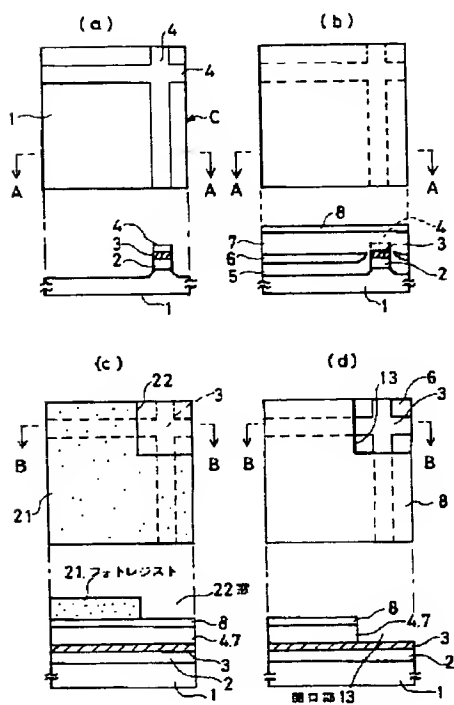
【図2】

本発明の第1実施例を示す装置の平面図、側面図及び断面図



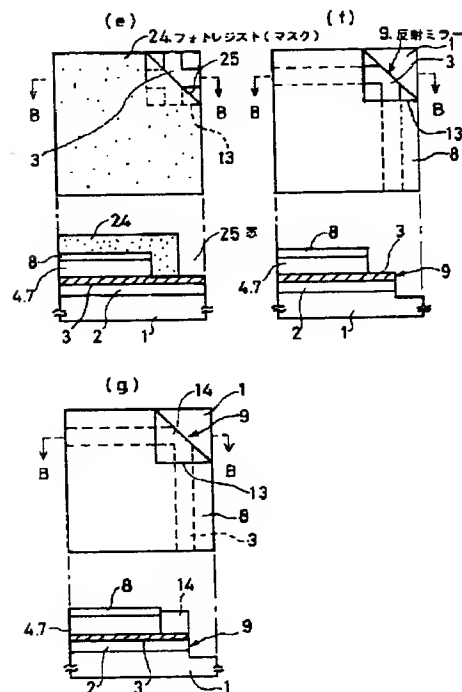
【図3】

本発明の第1実施例装置の製造工程を示す
平面図及び断面図(その1)



【図4】

本発明の第1実施例装置の製造工程を示す
平面図及び断面図(その2)

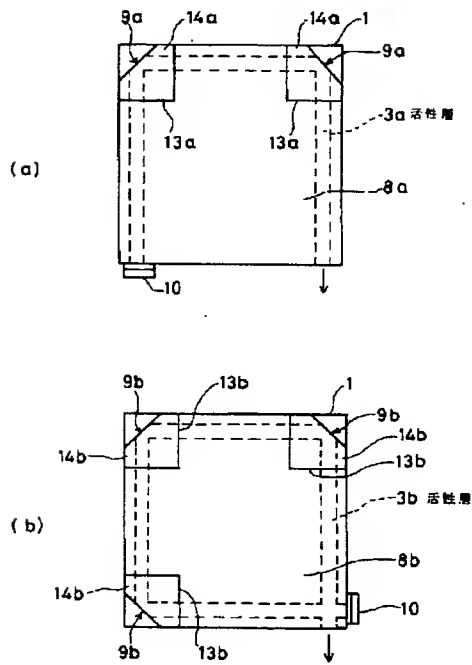


(7)

特開平5-175612

【図5】

本発明の他の実施例を示す平面図



【図6】

従来例を示す平面図、正面図及び部分拡大平面図

